



## **PRÉPARATION AU BREVET 2 ÉTOILES**

# **COURANTS, MAREES ET PLONGEES EN ZELANDE**

**LE MILIEU SUBAQUATIQUE,  
LA PLONGEE EN ZELANDE,  
LES COURANTS MARINS,  
LA METEO ET LES CARTES MARINES**

Gérald BISTON  
Plongeur \* \* \* \*  
Instructeur CMAS Océanologie

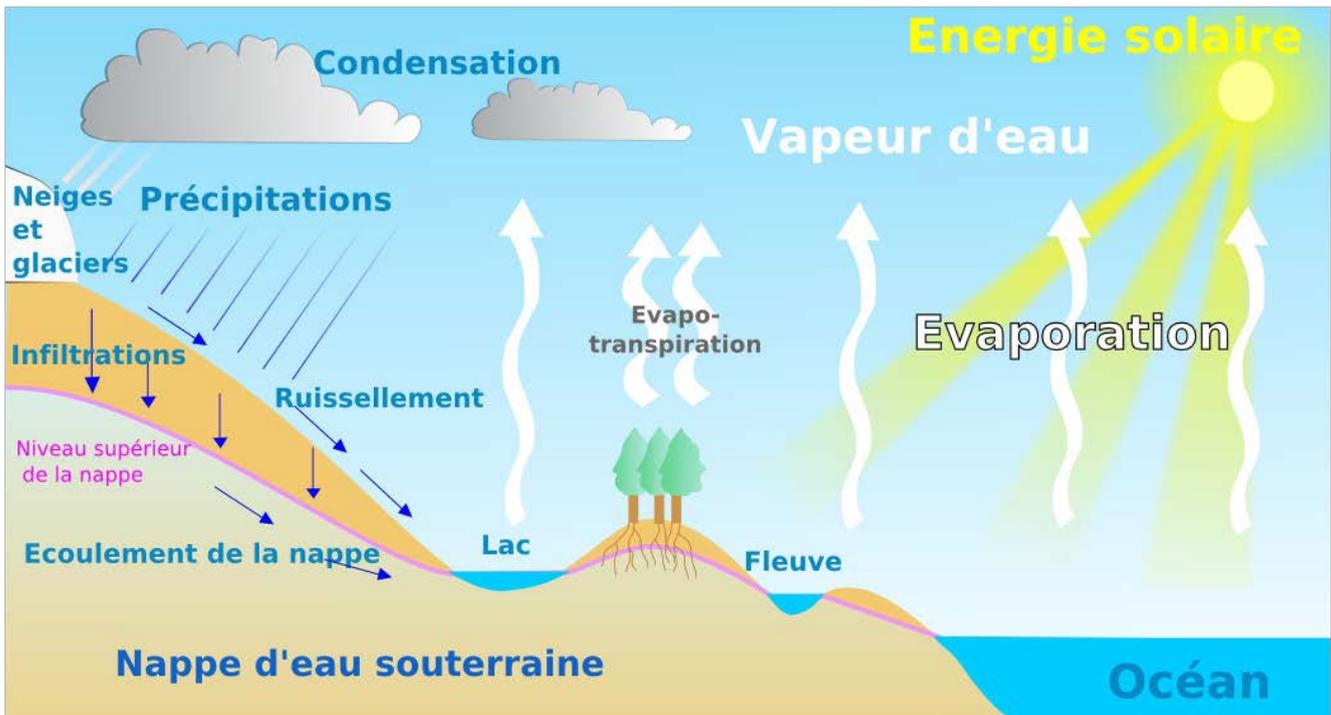
Cours du  
2 décembre 2019

# PREMIERE PARTIE

## LE MILIEU SUBAQUATIQUE

### 1.1 Le cycle de l'eau

L'eau n'est pas figée dans un écosystème de notre planète : des échanges s'opèrent en permanence entre l'atmosphère, les sols, les océans, les rivières et les organismes vivants. C'est le cycle de l'eau.



Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Cycle\\_de\\_l%27eau.png](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Cycle_de_l%27eau.png)

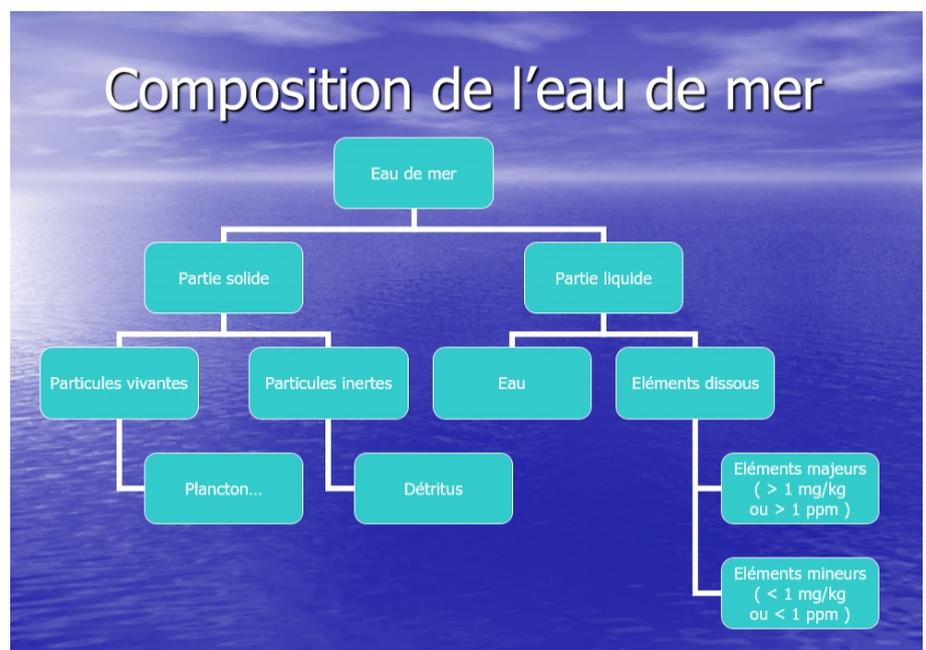
### 1.2 Eau douce et eau de mer

La salinité est la quantité totale de sels (en grammes) dissous dans un kg d'eau de mer.

L'eau de mer est plus lourde que l'eau douce.

Un litre d'eau douce pèse 1 kg mais un litre d'eau de mer pèse +/- 1,025 kg quand la salinité est de 35 ‰.

C'est la raison pour laquelle il est nécessaire de vous lester davantage en plongée en mer qu'en plongée en eau douce.



### 1.3 La visibilité dans l'eau

L'eau constitue un milieu différent de l'air et ceci entraîne des conséquences importantes :

#### Quant à la quantité de lumière disponible sous l'eau :

Tous les 3 m de profondeur, on perd la moitié de la quantité de lumière disponible

Ainsi, si on dispose à la surface de 100 % de la lumière, on ne dispose plus que

de 50 % de la lumière à - 3 m ;

de 25 % de la lumière à - 6 m ;

de 12 % de la lumière à - 9 m ;

de 6% de la lumière à -12 m ;

de 3 % de la lumière à -15 m...

#### Quant à la qualité de lumière disponible sous l'eau :

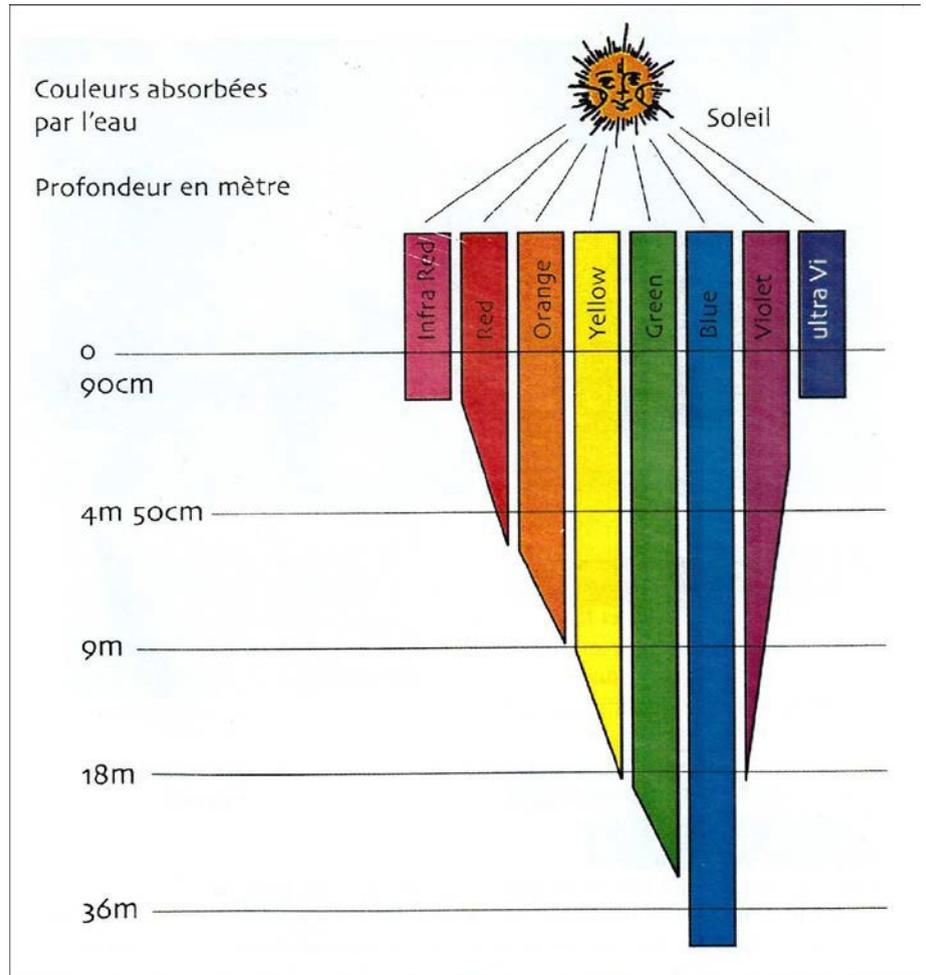
La lumière n'est pas seulement dégradée en quantité, elle est également dégradée en qualité. La lumière solaire est, en fait, constituée de radiations de longueurs d'onde différentes et ces longueurs d'onde sont absorbées plus ou moins vite par l'eau. Le rouge, puis l'orange, puis le jaune disparaissent dès les premiers mètres et, à 30 m de profondeur, seule la composante bleue subsiste encore, toutes les autres composantes ayant été absorbées.

#### Quant à la réfraction de lumière sous l'eau :

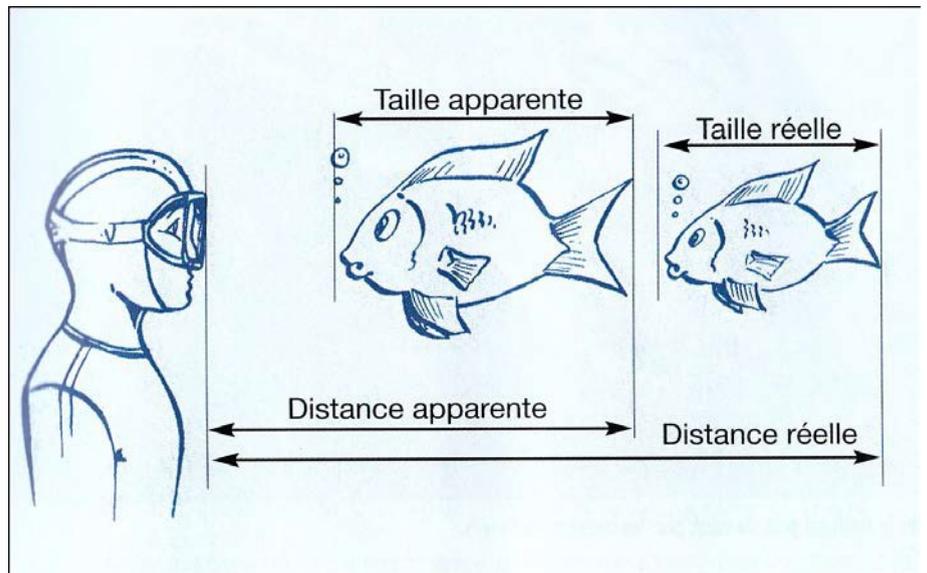
La densité différente de l'eau et de l'air entraîne une réfraction du rayon lumineux. Cette distorsion occasionne une modification optique qui nous fait croire qu'un objet est plus proche et plus gros qu'il n'est en réalité.

En réalité, ce que nous pensons voir

- est plus éloigné de 1/3 en plus que ce que nous croyons et
- nous apparaît 1/3 plus grand qu'il n'est en réalité !



Source : <https://www.youtube.com/watch?v=Q0z7Pf17>



Source : Marc Debatty, Réussir vos photos sous-marines, Edition Amphora, 1999

# DEUXIEME PARTIE

## LA ZELANDE

### 2.1 La Zélande, c'est où ?

La Zélande est à la fois une province (un département) et une région géographique des Pays-Bas. Par rapport au Hainaut, elle se situe au nord.

A titre indicatif, Wemeldinge est à 210 kilomètres de Péruwelz, soit un trajet de 2 heures et quart.

Les itinéraires les plus commodes s'effectuent

- via Bruxelles et Anvers (carte ci-contre),
- via Tournai, Courtrai, Gand et Anvers ou
- via Gand et le Westerscheldetunnel, un tunnel à péage qui débouche au sud de Goes.



Sources des cartes : <https://www.fr.viamichelin.be>

### 2.2 La Zélande, un pays de terre et d'eau

La carte de la Zélande n'a pas toujours été ce qu'elle est aujourd'hui, les paysages se sont profondément modifiés au fil du temps et des combats que les hommes et la mer se sont livrés au cours des siècles.

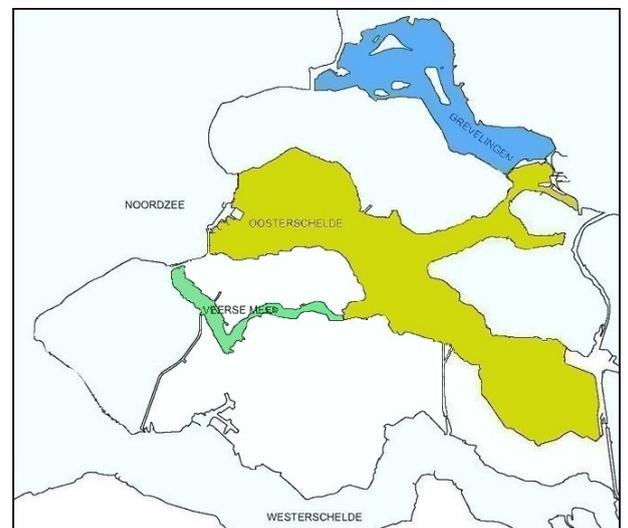
Après la terrible catastrophe du 31 décembre 1953, le Rijkswaterstaat (l'Administration royale de l'Eau aux Pays-Bas) a entrepris des travaux gigantesques pour mettre définitivement à l'abri des assauts de la mer un pays dont l'altitude ne dépasse jamais quelques mètres, voire est même négative à de nombreux endroits.



### 2.3 Les sites de plongée de Zélande

Les sites de plongée en Zélande sont traditionnellement classés en trois groupes, correspondant à trois biotopes spécifiques et à des conditions de plongée également spécifiques :

- les sites de plongée du Grevelingen, les plus au nord, en bleu sur la carte ci-contre ;
- les sites de plongée de l'Oosterschelde ou Escaut oriental, au centre, en jaune verdâtre ;
- les sites de plongée du Veersemeer, les plus au sud, en vert pomme.



Source : <https://www.divingzeeland.be>

## 2.4 Réglementation spécifique aux plongées en Zélande

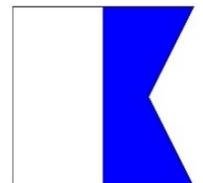
Quand nous plongeons en Zélande, nous devons appliquer simultanément et de manière cumulée les règles de plongée aux Pays-Bas en général, les règles spécifiques de la plongée en province de Zélande et la réglementation particulière de la Lifras.

### Les règles générales de la plongée aux Pays-Bas :

- La profondeur maximale autorisée est de 50 m.
- Le temps total pour rejoindre la surface (TTS), comprenant les temps de remontée et de paliers, ne peut jamais dépasser 20 minutes.
- La pression partielle d'oxygène maximale autorisée est de 1,4 bar.
- Il faut posséder un certificat médical de moins d'un an.
- Il est obligatoire d'être équipé d'un système affichant la pression de la bouteille.
- Il faut avoir avec soi un dossier de sécurité composé de la réglementation Lifras, d'une analyse de risques LIFRAS ou d'un document similaire, d'un plan d'évacuation, avec les coordonnées du site (longitude et latitude), d'un rappel des règles de réanimation, d'une information sur les lieux de plongée (localisation, description, risques).
- Il faut disposer d'un matériel de sécurité obligatoire composé d'un téléphone portable chargé, de 300 litres d'oxygène pour une autonomie de 20 minutes à un débit de 15 litres par minute, d'une trousse de secours, d'une bouteille de réserve, d'un matériel de réserve complet avec preuve d'entretien s'il s'agit du matériel mis à disposition.
- Quant à l'organisation de toute sortie, un responsable, désigné à l'avance, est présent en permanence sur le site pendant la plongée. Ce responsable dispose de l'analyse de risque LIFRAS. En plus des consignes habituelles, son briefing général aborde les points suivants : la présentation des responsables de la sécurité, l'explication du site et de ses dangers spécifiques, le rappel des procédures d'urgence et du plan d'évacuation, le rappel des limites maximales autorisées (profondeur, temps de plongée, TTS), l'annonce des palanquées et du rôle de chacun.

### Les règles spécifiques de la plongée en province de Zélande

- Il est toujours interdit de plonger si la vitesse du vent dépasse 5 Beaufort, si la visibilité est inférieure à 100 m, dans le Grevelingen à moins de 25 m d'engins de pêche mouillés, dans les entrées des ports, en dessous des ponts sauf le Pont de Zélande du côté de Zierikzee, dans les chenaux de navigation.
- Si la plongée s'effectue à partir d'un bateau, il est recommandé de placer un pavillon alpha de 1 m de haut réalisé en matériau non pliable. Le pavillon est éclairé en cas de plongée de nuit. L'utilisation de ce pavillon alpha est recommandée même en plongeant du bord.
- Si le bateau est ancré, un filin de 150 m de long avec bouée de marquage à l'extrémité est mouillé.



Un pavillon alpha

### La réglementation particulière de la Lifras pour les plongées dans l'Oosterschelde

- La lampe de plongée est obligatoire.
- L'utilisation d'une dragonne est obligatoire.
- Les palanquées sont composées de deux plongeurs, il faut scinder la plongée plutôt que de plonger à trois.
- Les bras morts du plan Delta sont assimilés aux lacs et aux carrières, on peut y plonger à trois et sans dragonne.

Par ailleurs, il est aussi toujours INTERDIT de prendre, tuer ou arracher des animaux et des plantes, d'avoir avec soi, en même temps que son équipement de plongée, des animaux vivants, des animaux morts, des filets, des piques, des fusils ou tout autre instrument servant à la capture d'animaux. Le braconnage aux Pays-Bas est un délit économique passible de 2.500 euros d'amende, de la confiscation du matériel et du véhicule.

Enfin, n'oubliez jamais que 2 précautions valent mieux qu'une et, dans le doute ou en cas d'hésitation, abstenez-vous de plonger !

# TROISIEME PARTIE

## LES COURANTS

### ET MOUVEMENTS DE L'EAU

La plongée en mer en général et la plongée en Zélande en particulier vont nous conduire à découvrir un milieu différent de celui que nous connaissons dans nos carrières, lacs et autres plans habituels d'eau douce.

Avant de partir en toute sécurité à la découverte d'une faune et d'une flore très différentes de celles rencontrées en eau douce, il nous faudra d'abord gérer la différence de densité entre l'eau douce et l'eau de mer et il vous faudra penser à nous sur-lester par rapport à la carrière. Mais, si l'eau de nos plans d'eau habituels est généralement inerte, il n'en va pas de même pour l'eau de mer qui se révèle le plus souvent être perpétuellement en mouvement. Il va donc nous falloir appréhender les courants marins.



Source : <https://morepng.com/photo/2841/sea-hd-ed>

### 3.1 Les courants marins : définitions et sortes

Un courant marin est un déplacement d'eau de mer caractérisé par sa direction, sa vitesse et son débit. On distingue les courants océaniques de surface, les courants océaniques de profondeur, les courants de marée et les courants radiationnels.

Le débit des courants marins se mesure en SVERDRUP. 1 Sv vaut 1.000.000 m<sup>3</sup>/s.

#### 3.1.1 Les courants océaniques

##### 3.1.1.1 Les courants de surface.

Le « moteur » des courants de surface est le vent.

Les courants de surface sont dus au vent, ils tournent dans le sens horlogique dans l'hémisphère nord et dans le sens contraire dans l'hémisphère sud.

Les courants de surface concernent environ 10 % de l'eau des océans et se limitent généralement aux 300 ou 400 premiers mètres de l'océan.

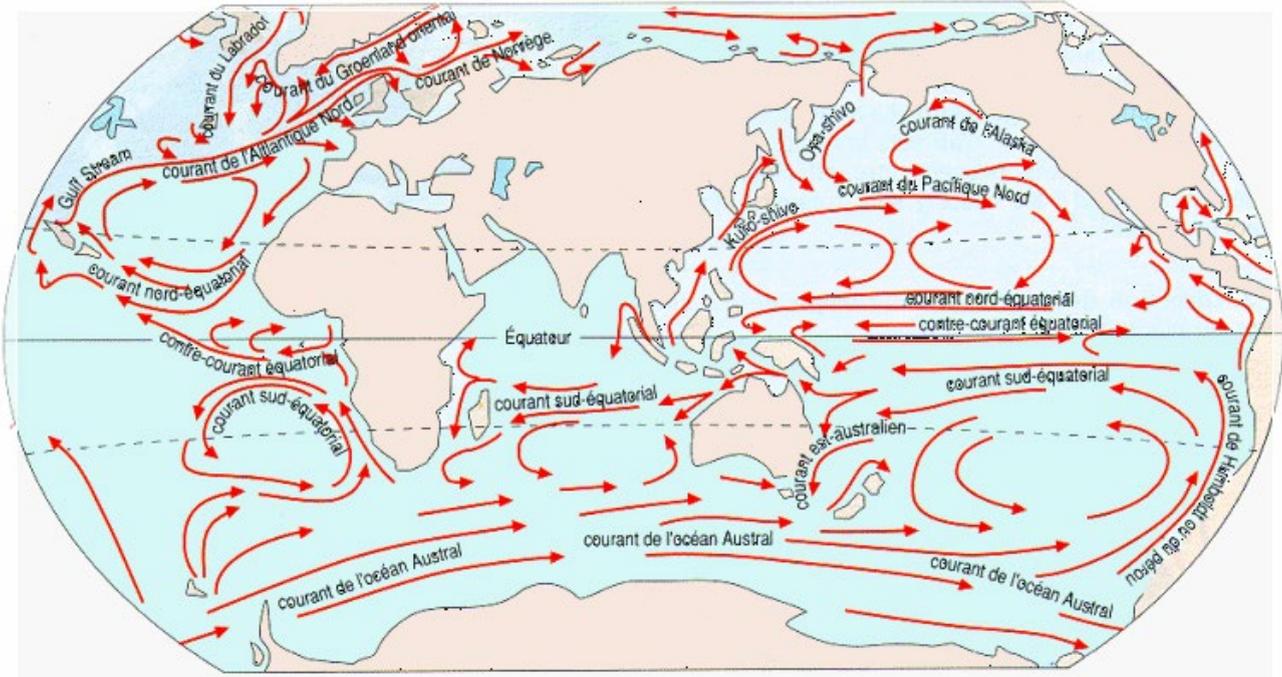
### 3.1.1.2 Les courants de profondeur.

Le « moteur » des courants de profondeur réside dans les différences de densité des eaux océaniques.

La densité de l'eau de mer dépend de sa température et de sa salinité : si la température s'élève, la densité diminue et si la salinité s'élève, la densité s'élève.

Les courants de profondeur se révèlent plus lents mais plus volumineux encore que les courants de surface.

Carte des principaux courants océaniques



Source : <https://eduscol.education.fr/obter/applied/ocean/theme/ocean42.htm>

Débit des principaux courants océaniques

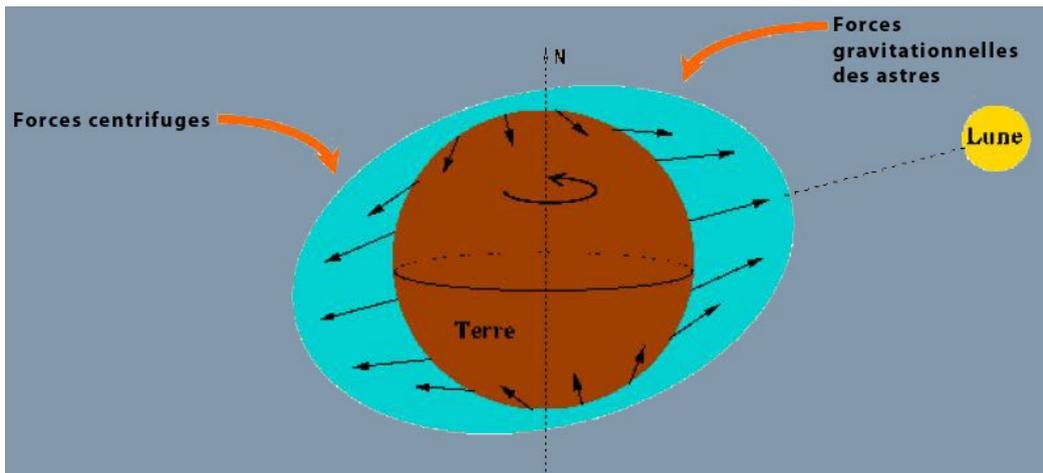
Océans	Courants	Température	Flux moyen en Sv
Atlantique Nord	Gulf Stream	chaud	25
	Courant des Guyanes	chaud	10
	Courant des Canaries	froid	3
	Courant du Labrador	froid	7,5
	Courant du Groenland	froid	2 à 32
Pacifique Nord	Kuroshio	chaud	27
	Courant Nord-Equatorial	chaud	40 à 50
	Courant de Californie	froid	11
Pacifique Sud	Courant Sud-Equatorial	chaud	30
	Courant du Brésil	chaud	20
	Courant du Pérou	froid	10 à 20
	Courant antarctique	froid	125
Océan Indien	Courant de Mozambique	chaud	70
	Courant de Somalie	chaud	37
	Courant des aiguilles	chaud	20

### 3.1.2 Les courants de marée

La marée est le mouvement oscillatoire du niveau de la mer résultant des attractions de la lune et du soleil sur les particules liquides. Elle résulte à la fois de la gravitation universelle et de la force centrifuge.

La loi de la gravitation universelle est aussi appelée loi de l'attraction universelle. Elle a été découverte par Isaac Newton. Elle décrit la gravitation comme la force responsable de la chute des corps et du mouvement de toutes les planètes. La force d'attraction d'une planète est directement proportionnelle à la masse de cette planète et inversement proportionnelle au carré de sa distance.

La force centrifuge se traduit par une tendance à éloigner les corps du centre de rotation. Elle explique, par exemple, la sensation d'éjection d'un voyageur dans un véhicule qui effectue un virage.



Source : <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/CD0001/travaux/optsee/hym/1/pa04.html>

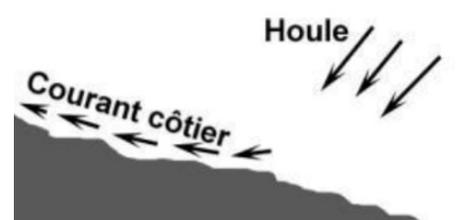
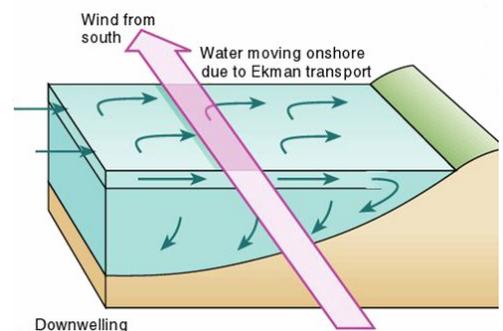
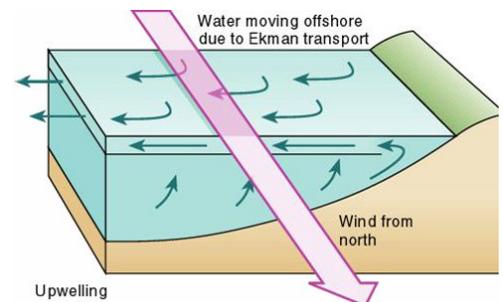
### 3.1.3 Les courants radiationnels

Les courants radiationnels trouvent leurs origines dans des phénomènes locaux. Indépendants des courants de marée, ils peuvent néanmoins se cumuler à ceux-ci.

#### 3.1.3.1 Les courants dus au vent

En soufflant longtemps dans une même direction, les vents provoquent non seulement de la houle mais finissent aussi par déplacer des masses d'eau importantes.

Le vide laissé par ces masses est comblé par la génération d'un courant qui, parfois, remonte du fond jusqu'à la surface (upwelling) et se dirige ensuite vers le large. A d'autres moments, poussées vers la côte, les masses d'eau génèrent un courant descendant (downwelling) qui, en profondeur, repart vers le large.



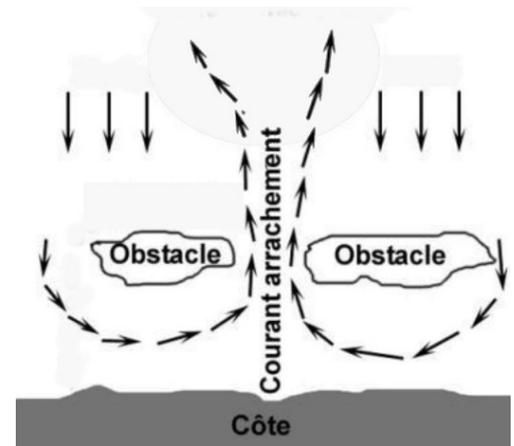
#### 3.1.3.2 Les courants dus à la houle

En frappant la côte obliquement, la houle met en mouvement des masses d'eau qui vont engendrer un courant le long du rivage. Ce type de courant est appelé courant côtier.

### 3.1.3.3 Les courants d'arrachement

Un courant d'arrachement peut apparaître lorsqu'une importante masse d'eau déplacée par la houle ou par la marée doit traverser un goulot d'étranglement. Ainsi par exemple, en Zélande, un courant d'arrachement peut se produire lorsque la houle ou la marée attaque perpendiculairement deux bancs de sable proches l'un de l'autre. Le courant d'arrachement se produit alors entre les bancs de sable.

Le courant d'arrachement est bien plus préoccupant que le courant côtier car il entraîne nageurs et plongeurs vers le large.



## 3.2 Les marées et les courants de marée

### 3.2.1 Vocabulaire spécifique

Le flot ou le flux est le mouvement de l'eau à marée montante.

Le jusant est le mouvement de l'eau à marée descendante

L'estran est la partie du littoral couverte à marée haute mais découverte à marée basse.

Le marnage est la différence de hauteur d'eau entre marée haute et marée basse successives.

L'étalement est le moment où le niveau de l'eau ne bouge plus, entre le flot et le jusant, la marée haute ou la marée basse étant atteinte.

### 3.2.2 Caractéristiques des marées en Zélande

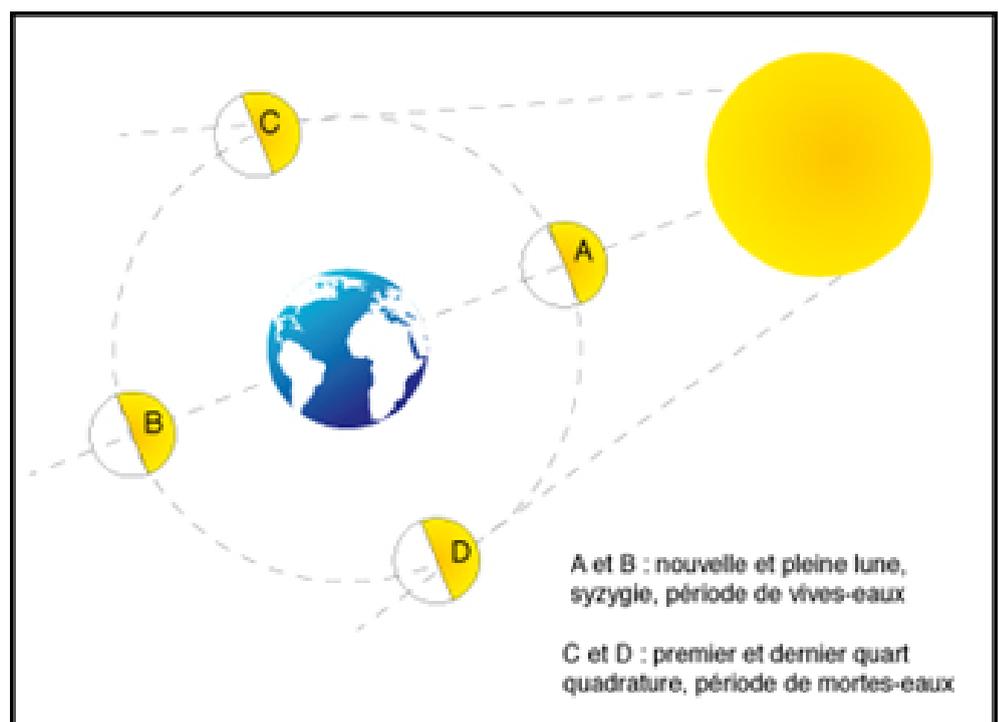
Les marées connaissent une périodicité journalière. Un espace d'un peu plus de 6 heures sépare 2 marées successives. Chaque journée comporte donc, en principe, 2 marées hautes et 2 marées basses.

Les marées sont souvent symétriques : si la marée haute monte très haut, la marée basse suivante descend très bas.

Les marées connaissent une périodicité mensuelle : environ 15 jours séparent 2 maxima et 2 minima.

Cette caractéristique s'explique par les positions de la terre, de la lune et du soleil en quadrature (C et D) et en syzygie (B et A) d'une part, en conjonction (A) ou opposition (B) d'autre part.

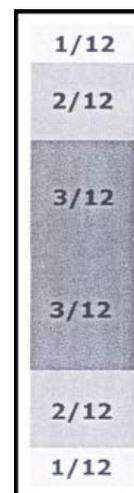
Les marées connaissent une périodicité annuelle : les maxima sont plus hauts aux marées d'équinoxe de printemps (21 mars) et d'automne (21 septembre), les minima sont plus faibles aux solstices d'hiver (21 décembre) et d'été (21 juin).



### 3.2.3 La progressivité de la marée (Règle des douzièmes).

Le courant de marée ne présente pas la même force tout au long ni de la marée montante ni de la marée descendante.

Nul au moment de l'étale de marée basse, le courant de marée gagne progressivement en puissance pendant les 2 premières heures de la marée montante, est maximal pendant les 3<sup>o</sup> et 4<sup>o</sup> heures. Il décroît ensuite progressivement au cours des 2 dernières heures pour redevenir nul au moment de l'étale de marée haute suivante. Il en va exactement de même après l'étale de marée haute, lors de la marée descendante.



En synthèse :

Pendant la 1<sup>o</sup> heure, il se produit 1/12 du marnage total.

Pendant la 2<sup>o</sup> heure, il se produit 2/12 du marnage total.

Pendant la 3<sup>o</sup> heure, il se produit 3/12 du marnage total.

Pendant la 4<sup>o</sup> heure, il se produit 3/12 du marnage total.

Pendant la 5<sup>o</sup> heure, il se produit 2/12 du marnage total.

Pendant la 6<sup>o</sup> heure, il se produit 1/12 du marnage total.

### 3.2.4 Les tables des marées

Il existe des tables des marées spécifiques qui donnent pour un lieu donné les moments prévus pour les étales de marée haute et de marée basse.

L'exemple ci-dessous, extrait du Guide de la Plongée en Zélande, est relatif au port de Wemeldinge :

Novembre 2016						Décembre 2016					
Date	Marée	Heure	Marnage	Heure	Marnage	Date	Marée	Heure	Marnage	Heure	Marnage
Ma 1	MH	04:20	200	16:35	199	Je 1	MH	04:25	194	16:50	196
Ma 1	MB	10:15	143	22:35	146	Je 1	MB	10:30	150	22:45	139
Me 2	MH	04:50	198	17:10	198	Ve 2	MH	05:00	192	17:20	194
Me 2	MB	10:50	145	23:10	142	Ve 2	MB	11:05	151	23:15	136
Je 3	MH	05:20	193	17:40	193	Sa 3	MH	05:35	186	17:50	190
Je 3	MB	11:25	144	23:30	137	Sa 3	MB	11:35	151	23:45	132
Ve 4	MH	05:50	186	18:05	187	Di 4	MH	06:05	179	18:25	185
Ve 4	MB	11:50	143			Di 4	MB	12:05	152		
Sa 5	MH	06:20	179	18:40	182	Lu 5	MH	06:40	172	19:10	181
Sa 5	MB	00:05	132	12:15	143	Lu 5	MB	00:20	128	12:45	153
Di 6	MH	06:50	171	19:20	175	Ma 6	MH	07:20	164	20:00	175
Di 6	MB	00:35	129	12:55	143	Ma 6	MB	01:00	125	13:30	153
Lu 7	MH	07:40	160	20:10	165	Me 7	MH	08:15	154	21:00	169
Lu 7	MB	01:20	123	13:45	139	Me 7	MB	02:00	120	14:25	151
Ma 8	MH	08:35	145	21:25	156	Je 8	MH	09:20	148	22:10	168
Ma 8	MB	02:15	113	14:50	134	Je 8	MB	03:00	116	15:35	150
Me 9	MH	09:55	136	22:45	159	Ve 9	MH	10:35	149	23:20	174

Dans des tables de marées éditées aux Pays-Bas, vous pourrez trouver parfois les abréviations ou termes suivants :

**NAP** = Normaal Amsterdams Peil

**HW** = Marée haute (Hoogwater)

**LW** = Marée basse (Laagwater)

**Lokale tijd** = Heure locale

**NM** = Nouvelle lune (Nieuwe maan)

**VM** = Pleine lune (Volle maan)

**EK** = Premier quartier (Eerste kwartier)

**LK** = Dernier quartier (Laatste kwartier)

Ainsi, au port de Wemeldinge, le 1<sup>o</sup> novembre 2016, un étale de marée haute était prévu à 04.20 heures et l'étales de marée basse suivante était prévu à 10.15 heures. L'étales de la marée haute suivante était prévu à 16.35 heures et l'étales de la dernière marée basse à 22.35 heures.

Aux Pays-Bas, l'amplitude prévue des marées est toujours déterminée par le marnage et la base de référence pour mesurer celui-ci est le NAP, abréviation de Normaal Amsterdams Peil. Le niveau normal d'Amsterdam que l'on peut voir dans le hall de l'Hôtel de Ville d'Amsterdam est le niveau de référence 0 de la mer. Il sert aussi de niveau de référence de l'altitude pour l'ensemble des Pays-Bas.

Ainsi, dans l'exemple déjà évoqué du 1<sup>o</sup> novembre 2016 ci-dessus, le marnage prévu à la marée haute de 04.20 heures est situé 200 cm au-dessus de la référence 0 et le marnage prévu à la marée basse de 10.15 heures est situé 143 cm sous le même repère. Entre la marée haute de 04.20 heures et la marée basse de 10.15 heures, le niveau de la mer baissera donc de 3,43 m.

On considère qu'une marée, haute ou basse, sera d'autant plus forte que son marnage prévu dépassera 160 cm. Elle sera d'autant plus faible que son marnage prévu sera inférieur à 160 cm.



Source : [https://nl.wikipedia.org/wiki/Normaal\\_Amsterdams\\_Peil](https://nl.wikipedia.org/wiki/Normaal_Amsterdams_Peil)

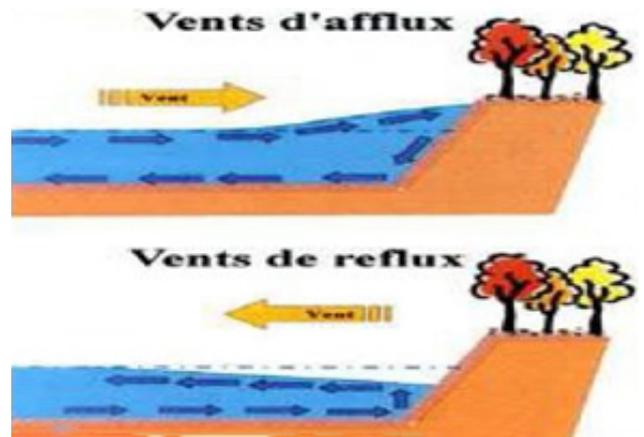
### 3.2.5 Les limites des tables des marées

Les tables des marées doivent être consultées avec prudence car ce ne sont que des prévisions basées sur les capacités d'attraction du soleil, de la terre et de la lune, et sur leurs positions respectives.

La réalité des marées se révèle souvent différente de ce que les modèles théoriques avaient prévu car d'autres facteurs, souvent imprévisibles à longue échéance, interviennent aussi dans le phénomène des marées.

Ainsi, la direction et la force des vents influencent fortement l'amplitude et parfois même les heures des marées. Des vents d'afflux bien orientés, forts et persistants, contribueront à ce que les marées hautes soient plus hautes encore mais à ce que les marées basses soient moins basses que prévu.

Inversement, des vents de reflux eux aussi bien orientés, forts et persistants, contribueront à ce que les marées hautes soient moins hautes que prévu mais à ce que les marées basses soient plus basses encore que prévu.



De même, une pression atmosphérique haute apporte une pression supplémentaire sur la surface de l'eau et contribue à ce que les marées hautes soient moins hautes que prévu et à ce que les marées basses soient plus basses que prévu.

Inversement, une dépression atmosphérique importante, en exerçant une moindre pression sur la surface de l'eau, crée une forme d'aspiration et contribue à ce que les marées hautes soient plus hautes encore que prévu mais aussi à ce que les marées basses soient moins basses que prévu.

Enfin, la présence des terres ou de bancs de sable et la forme des bassins océaniques modifient les courants de marée.

Deux conséquences en découlent directement. Tout d'abord, en Zélande, les plus grands marnages ne s'observent pas à la pleine lune mais deux jours plus tard. D'autre part, les heures des étales de marée haute et de marée basse diffèrent entre les sites de plongée de l'Oosterschelde.

### 3.2.6 Les corrections des tables des marées pour un site donné

Ce serait un travail trop important de calculer des tables des marées pour chaque site de plongée de la planète. On a donc déterminé des « corrections » qui permettent d'ajuster les prévisions élaborées pour un point donné (dans notre exemple : Wemeldinge) à la situation particulière de chaque site de plongée.

Exemples de correction pour quelques spots majeurs de Zélande :

N° du site	Site de plongée	Correction à marée haute	Correction à marée basse
26	Zoetersbout	-35 minutes	-10 minutes
32	Pont de Zélande	-45 minutes	-20 minutes
38	Flauwers	-40 minutes	-20 minutes
44	Plompetoren	-25 minutes	- 20 minutes
50 à 52	Wissenkerke	-10 minutes	-5 minutes
63	Sas van Goes	-0 minute	0 minute
72	Anna Jacobapolder	-40 minutes	-15 minutes
74 à 76	Stavenisse	-5 minutes	-5 minutes
78	Gorishoek	0 minute	0 minute
81	Oesterdam	0 minute	0 minute

En combinant le tableau ci-dessus avec celui de la page 10, on peut donc en déduire que, le 1<sup>o</sup> novembre 2016, étaient prévues au Pont de Zélande

- une marée haute à 3.35 heures (4.20 – 0.45) ;
- une marée basse à 9.55 heures (10.15 – 0.20) ;
- une marée haute à 15.50 heures (16.35 – 0.45) ;
- une marée basse à 22.15 heures (22.35 – 0.20).

### 3.2.7 Quand se mettre à l'eau dans l'Oosterschelde pour y plonger avec le maximum de sécurité ?

A moins que, muni d'une expérience de plongée importante et au terme d'une préparation fine, on ne souhaite effectuer une plongée dérivante, la sécurité commande de plonger au moment où le courant est le plus faible.

D'où l'intérêt de disposer de tables des marées qui nous donnent, malgré leurs limites, les moments des étales qui nous intéressent, éventuellement après correction pour le site de plongée choisi.

Mais le moment de l'étales n'est pas nécessairement le moment où le courant de marée est nul ! Ainsi, dans l'Oosterschelde, plus on se rapproche de l'embouchure plus l'écart entre le moment de l'étales et le moment où le courant sera nul s'accroît.

Sous le titre NLTides, le Service Hydrographique de la Marine néerlandaise publie régulièrement, en version informatique et en version papier, des atlas des courants qui permettent des calculs précis des moments de courant nul. Mais la disponibilité de ces référentiels très techniques est loin d'être généralisée dans l'univers des plongeurs de loisirs et l'utilisation de ces atlas requièrent de solides compétences.

**HP33D**  
CD-ROM

**NLTIDES**  
Tidal Heights and Streams from  
Nieuwpoort (BE) to List (DE)

Royal Netherlands Navy | Hydrographic Service

**Predicted heights referred to MLLWS and LAT**

The program NLTides is an official equivalent of paper tide tables in accordance with SOLAS V/2.2 and V/19.2.1.5. It may replace traditional paper tide tables HP33 provided that appropriate back-up arrangements are available (e.g. print facility or 2nd installed program).

Het programma NLTides is een officieel erkend equivalent van de papieren publicatie HP33, cf. het gestelde in SOLAS V/2.2 and V/19.2.1.5. Het product mag de papieren getijtafels HP33 vervangen, onder voorwaarde dat er passende back-up faciliteiten zijn, zoals een printmogelijkheid of een onafhankelijk geïnstalleerd 2e programma.

Nous allons donc recourir à une méthode empirique plus simple pour assurer la sécurité de nos plongées dans l'Oosterschelde et nous allons planifier une plongée d'une durée d'une heure.

Moment 1 : Déterminer dans une table des marées l'heure de l'étalement de la marée haute ou basse la plus adéquate pour plonger ;

Moment 2 : Appliquer la correction spécifique haute ou basse propre au site de plongée ;

Moment 3 : Pour une plongée à l'étalement de marée haute, se mettre à l'eau 40 minutes avant l'heure corrigée de l'étalement.

Pour une plongée à l'étalement de marée basse, se mettre à l'eau 20 minutes avant l'étalement de marée basse.

On aurait pu simplement centrer sa plongée sur le moment de l'étalement corrigé en fonction du site de plongée choisi mais ce serait oublier toutes les incertitudes qui ont été évoquées plus haut : les heures et les marnages sont des prévisions basées sur les seules forces gravitationnelle et centrifuge et la situation réelle peut se révéler différente de ce que le modèle théorique avait prévu.

Or, un danger doit absolument être évité, celui d'être aspiré par un courant de marée puissant et entraîné vers la digue de fermeture de l'Oosterschelde sans pouvoir y résister.

C'est la raison pour laquelle nous proposons, par sécurité, après avoir centré sa plongée sur le moment corrigé de l'étalement

- de diminuer par sécurité d'une dizaine de minutes le temps pendant lequel être exposé au jusant pendant sa plongée et
- d'augmenter de la même durée le temps d'exposition au flux.

Comme toujours, quelles que soient les précautions prises, la vigilance reste de mise avant, pendant et après la plongée !



### 3.2.8 Exercices pratiques de synthèse

Question 1 : En utilisant le tableau des marées de la page 10 et le tableau des corrections de la page 12, à quelle heure aurait-il été le plus pertinent de se mettre à l'eau pour une plongée de jour d'une heure à Anna Jacobapolder le 3 décembre 2016 ?

Réponse 1 : Moment 1 : Choisir l'étalement de marée basse de 11.35 heures car les autres étalements ne permettront pas d'effectuer la totalité de la plongée à la lumière du jour.

Moment 2 : Appliquer la correction de l'heure de l'étalement de marée basse à Anna Jacobapolder : 11.35 heures – 0.15 heures = 11.20 heures.

Moment 3 : Se mettre à l'eau 20 minutes seulement avant l'heure de l'étalement soit 11.30 heures – 0.20 heures = 11.00 heures.

Question 2 : En utilisant le tableau des marées de la page 10 et le tableau des corrections de la page 12, à quelle heure aurait-il été le plus pertinent de se mettre à l'eau pour une plongée de jour d'une heure à Zoetersbout le 4 décembre 2016 ?

Réponse 2 : L'objectif de la formation « 2 étoiles » étant de vous rendre plongeur autonome, à vous d'être autonome et de résoudre maintenant seul cet exercice !

# QUATRIEME PARTIE

## LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

### L'ECHELLE DE BEAUFORT

Tant pour la navigation que pour la plongée, le vent est un facteur important à prendre en considération. Si la vitesse du vent peut être mesurée avec une bonne précision à l'aide d'un anémomètre, le plongeur est rarement muni de cet appareillage et il est plus commode, en mer ou sur terre, d'estimer la vitesse du vent par la seule observation de ses effets.

Il revient à l'amiral britannique Francis Beaufort d'avoir, en 1805, imaginé une échelle comportant des critères assez précis pour quantifier le vent et permettre la diffusion d'informations fiables universellement comprises. Ce fut l'échelle de Beaufort. Le symbole de l'échelle de Beaufort est le bf.

Toujours utilisée aujourd'hui dans les milieux maritimes et climatologiques, l'échelle de Beaufort est une échelle empirique comportant 13 degrés (de 0 à 12), de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes.

Force	Terme	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	Etat de la mer	Effets à terre
0	Calme	< 1	< 1	La mer est comme un miroir.	La fumée monte verticalement.
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	Quelques rides comme des écailles de poissons, mais sans aucune écume.	La fumée indique la direction du vent. Les girouettes ne s'orientent pas.
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	Vaguelettes ne déferlant pas.	On sent le vent sur le visage, les feuilles bougent.
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	Très petites vagues. Les crêtes commencent à déferler. Parfois quelques moutons épars.	Les drapeaux flottent bien. Les feuilles sont sans cesse en mouvement.

Force	Terme	Vitesse en nœuds	Vitesse en km/h	Etat de la mer	Effets à terre
4	Jolie brise	11 à 15	20 à 28	Petites vagues, de nombreux moutons.	Les poussières s'envolent, les petites branches plient.
5	<b>Bonne brise</b>	<b>16 à 20</b>	<b>29 à 38</b>	<b>Vagues modérées, moutons, éventuellement embruns.</b>	<b>Les petits arbres balancent. Les sommets de tous les arbres sont agités.</b>
6	Vent frais	21 à 26	39 à 49	Crêtes d'écume blanches, lames, embruns.	On entend siffler le vent.
7	Grand vent frais	27 à 33	50 à 61	Traînées d'écume, lames déferlantes.	Tous les arbres s'agitent.
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	Tourbillons d'écumes à la crête des lames, traînées d'écumes.	Quelques branches cassent.
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	Lames déferlantes grosses à énormes, visibilité réduite par les embruns.	Le vent peut endommager les bâtiments.
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	Très grosses lames. La surface des eaux semble blanche. Le déferlement en rouleaux devient intense et brutal. La visibilité est réduite.	Gros dégâts.
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	Lames exceptionnellement hautes (les navires de moyen tonnage peuvent, par instant, être perdus de vue).	Très gros dégâts.
12	Ouragan ou Bombe météorologique au-dessus du 40° parallèle	égal ou supérieur à 64	Supérieur à 118	L'air est plein d'écume et d'embruns. La mer est entièrement blanche du fait des bancs d'écume dérivant. Visibilité fortement réduite.	Dégâts très importants.

# CINQUIEME PARTIE

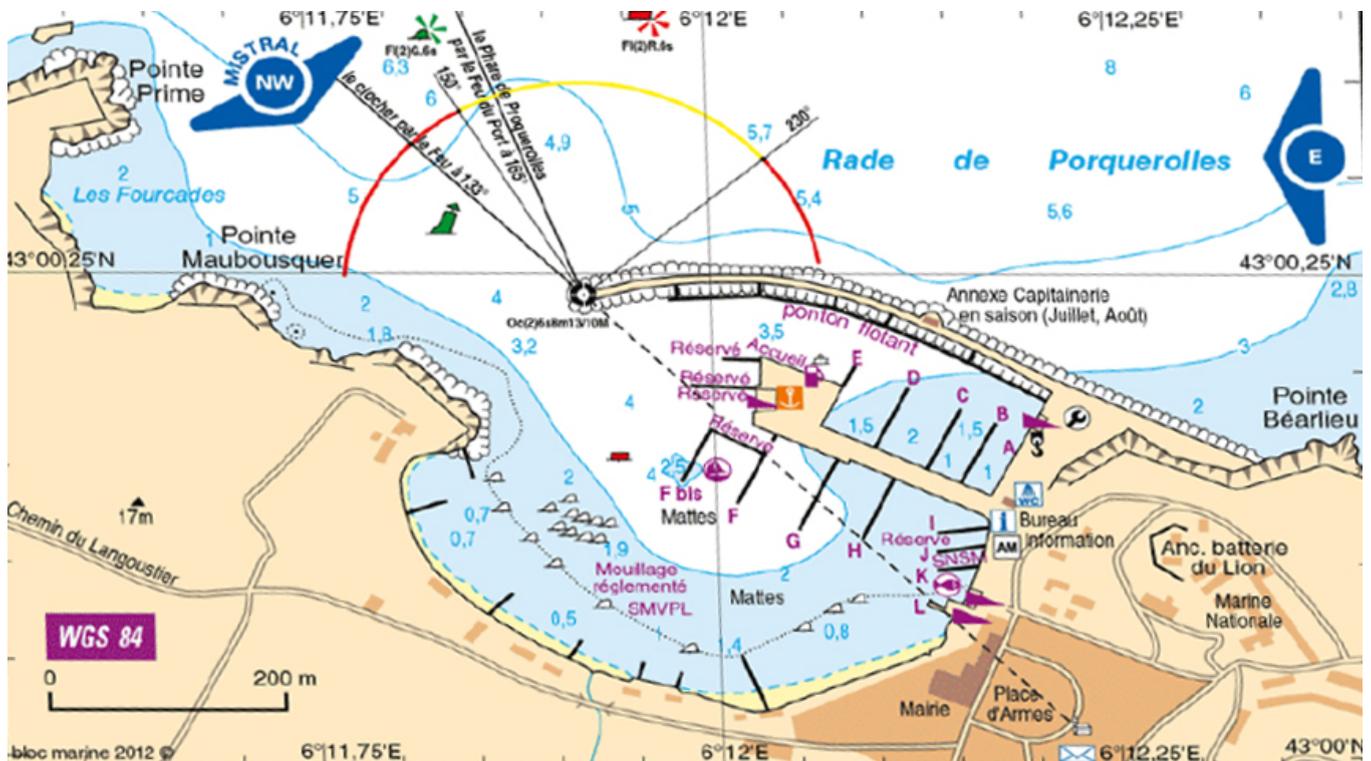
## LES CARTES MARINES

### Les types de cartes

Indispensables à la navigation, les cartes marines sont de différents types, du plus vaste au plus précis :

- des cartes océaniques (par exemple la carte de l'océan Atlantique nord),
- des cartes de course ou de traversée (par exemple, la carte de traversée de la Manche),
- des cartes de pilotage côtier,
- des cartes détaillées avec plan (par exemple pour entrer dans un port),
- il existe même des cartes détaillées de la nature des fonds marins.

En exemple, observons une carte marine :

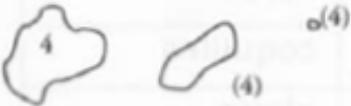
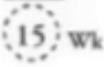
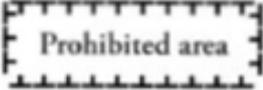


### Les données sur une carte marine

Conçues pour la navigation, les cartes se révèlent utiles aux plongeurs à qui elles indiquent notamment :

- la profondeur sur le site de plongée (les isobathes),
- le type de fond,
- les dangers,
- la distance à partir du port de sortie,
- les côtes,
- les caps,
- le balisage,
- les phares,
- les endroits pour s'abriter du vent,
- les caractéristiques du port,
- les routes de navigation...

Beaucoup d'abréviations et de symboles y sont repris. Leur signification peut se retrouver dans des guides spécifiques ou sur la carte elle-même. Soyez particulièrement attentifs aux signes de danger.

	<p><b>Roche ou îlot qui ne couvre jamais</b></p>
	<p><b>Roche toujours submergée</b></p>
	<p><b>Roche isolée</b></p>
	<p><b>Roche qui couvre et découvre</b></p>
	<p><b>Epave toujours découverte</b></p>
	<p><b>Epave dont seul(s) le(s) mât(s) est (sont) visible(s) à basse mer</b></p>
	<p><b>Epave dont le brassiage (la profondeur) est connue</b></p>
	<p><b>Epave de brassiage inconnu et inférieur à 28 mètres d'eau</b></p>
	<p><b>Epave de brassiage inconnu et supérieur à 25 mètres d'eau</b></p>
	<p><b>Câbles téléphoniques et télégraphiques</b></p>
	<p><b>Zone interdite</b></p>

# SIXIEME PARTIE

## QUESTIONNAIRE DE REVISION

### Question 1

(4 points)

Coche chaque fois la bonne réponse :

Un litre d'eau de mer pèse approximativement

- 1 kg
- 1 kg et 25 grammes
- 1 kg et 35 grammes

Le marnage est

- le mouvement de l'eau à marée descendante
- la partie du littoral couverte à marée haute mais découverte à marée basse
- la différence de hauteur d'eau entre 2 marées successives

En Zélande, l'usage de la dragonne est OBLIGATOIRE

- seulement dans l'Oosterschelde
- dans l'Oosterschelde et dans le Grevelingen
- dans tous les plans d'eau de Zélande ouverts à la plongée

En Zélande, la météo annonce des vents de 50 à 60 km/h mais la visibilité est excellente jusqu'à l'horizon.

- Il est interdit de plonger dans ces conditions
- Il est déconseillé de plonger dans ces conditions
- Il est conseillé de plonger dans ces conditions

### Question 2

(1 point)

Relie chaque élément de la première colonne à la cause qui lui correspond dans la deuxième colonne.

Les courants océaniques de surface	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	les différences de température et de salinité des eaux
Les courants océaniques de profondeur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	les vents dominants
Les marées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	la gravitation universelle et la force centrifuge

### Question 3

(10 points)

Tu es titulaire d'un brevet Lifras 2 étoiles.

Avec un autre plongeur « 2 étoiles », tu vas effectuer une plongée en binôme autonome à Flauwers le 6 décembre 2016 pour y fêter St Nicolas.

Les corrections des étales à Flauwers par rapport à Wemeldinge sont de – 40 minutes à marée haute et de – 20 minutes à marée basse.

En utilisant les données du tableau ci-contre, à quelle heure exacte te mettras-tu à l'eau pour que ta plongée d'une durée prévue d'une heure se fasse avec le maximum de sécurité ?

Décembre 2016						
Date		Marée	Heure	Marnage	Heure	Marnage
Je	1	MH	04:25	194	16:50	196
Je	1	MB	10:30	150	22:45	139
Ve	2	MH	05:00	192	17:20	194
Ve	2	MB	11:05	151	23:15	136
Sa	3	MH	05:35	186	17:50	190
Sa	3	MB	11:35	151	23:45	132
Di	4	MH	06:05	179	18:25	185
Di	4	MB	12:05	152		
Lu	5	MH	06:40	172	19:10	181
Lu	5	MB	00:20	128	12:45	153
Ma	6	MH	07:20	164	20:00	175
Ma	6	MB	01:00	125	13:30	153
Me	7	MH	08:15	154	21:00	169
Me	7	MB	02:00	120	14:25	151
Je	8	MH	09:20	148	22:10	168
Je	8	MB	03:00	116	15:35	150
Ve	9	MH	10:35	149	23:20	174

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....